デジタルツイン/DXの進展と社会インフラへの期待

令和3年度　土木研究所講演会＠日本教育会館一ツ橋ホール

MRI 三菱総合研究所

2021年10月20日

スマート・リージョン本部

副本部長　中條覚

VISIT…

LANZAROTE

Caliente.COM

本日の講演内容

0. 自己紹介

1. DX/デジタルツインの定義と歴史

2. デジタルツインの進展状況

3. インフラ分野への期待

Copyright © Mitsubishi Research Institute

0. 自己紹介

名前：中條覚(なかじょう　さとる)

略歴：
東京都立大学大学院　工学研究科土木工学専攻　修士課程修了

株式会社　三菱総合研究所　入社(1998年～)
東京大学大学院　工学系研究科　博士(工学)取得(2012年)
東京大学　空間情報科学研究センター/工学系研究科社会基盤学専攻　特任准教授(兼務:2012年10月～2017年9月)
McGill University(カナダ・モントリオール)MBA取得(2017年)

所属：
株式会社　三菱総合研究所　スマート・リージョン本部

東京大学　空間情報科学研究センター　客員研究員
名古屋大学　大学院情報学研究科付属組込みシステム研究センター　招聘教員
LocationMind株式会社　顧問　他

内閣府SIP自動運転　ダイナミックマップ国際連携担当
ISO/TC204/WG3　ITS地理データベース　国際専門家
京都市総合交通戦略審議会　委員　他

Copyright © Mitsubishi Research Institute

0. 自己紹介

株式会社　三菱総合研究所

- 1970年創業（創業51年目）
- 年間売上約900億円強（うちコンサルティングサービス345億円）
- コンサルティングサービスのうち約6割が官公庁様からの受託
- 約840名の研究員



1. DX/デジタルツインの定義と歴史

- 定義、DXとデジタルツインの違い
- 利点、主な活用のねらい
- 歴史、海外および国内
- 近年注目を浴びるようになった理由

Copyright © Mitsubishi Research Institute

DX：デジタルトランスフォーメーション

- 「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズをもとに、**製品やサービス、ビジネスモデルを変革**するとともに、**業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革**し、競争上の優位性を確立すること。」

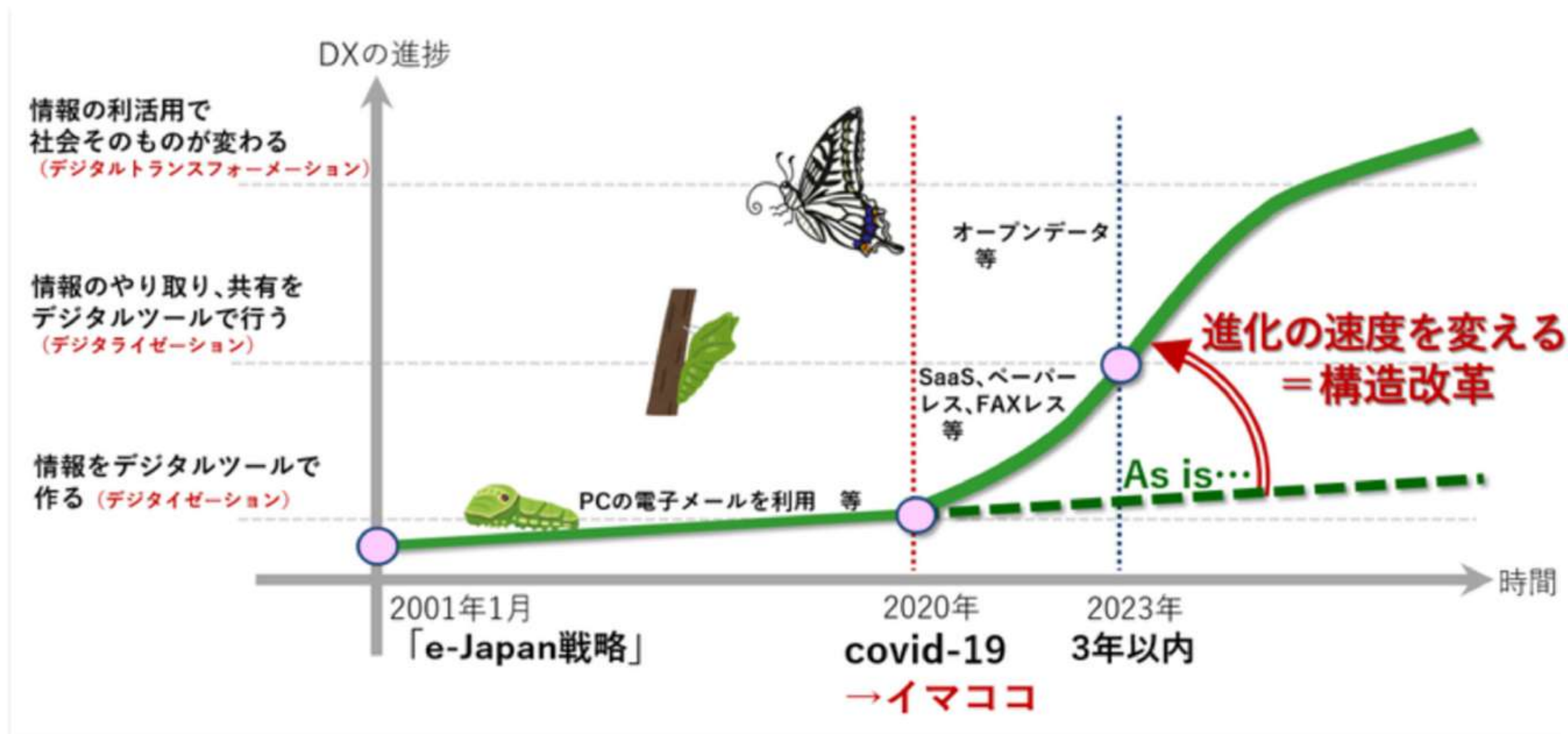
出典：DX推進ガイドライン、経済産業省、2018

- デジタル化による産業や企業のトランスフォーメーション（変化・変質）全般、第四次産業革命そのもの
- 人間が今までやってきた判断や考え方を機械がマスターすることが第四次産業革命の特徴

出典：いまこそ知りたいDX戦略、石角友愛、2021

Copyright © Mitsubishi Research Institute

DXの進捗(ステップ)



出典:都政の構造改革の第一歩は、コピー用紙1億枚削減から!?都政のDXって何?【入都1年目の職員が副知事に聞いてみた】(#シン・トセイ　都政の構造改革推進チーム(東京都 公式)、2020.10.9 https://note.com/kouzoukaikaku/n/nf331c946d73b (2021.10.12確認)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

DXの進捗（ステップ）

- **デジタイゼーション：**
  - 手作業の自動化（ツールの導入）、ペーパレス化など
- **デジタライゼーション：**
  - デジタル化されたデータを利用して、作業の進め方やビジネスモデルを変革
- **デジタルトランスフォーメーション：**
  - デジタル変革を恒久的なものとするための、人や組織の変革

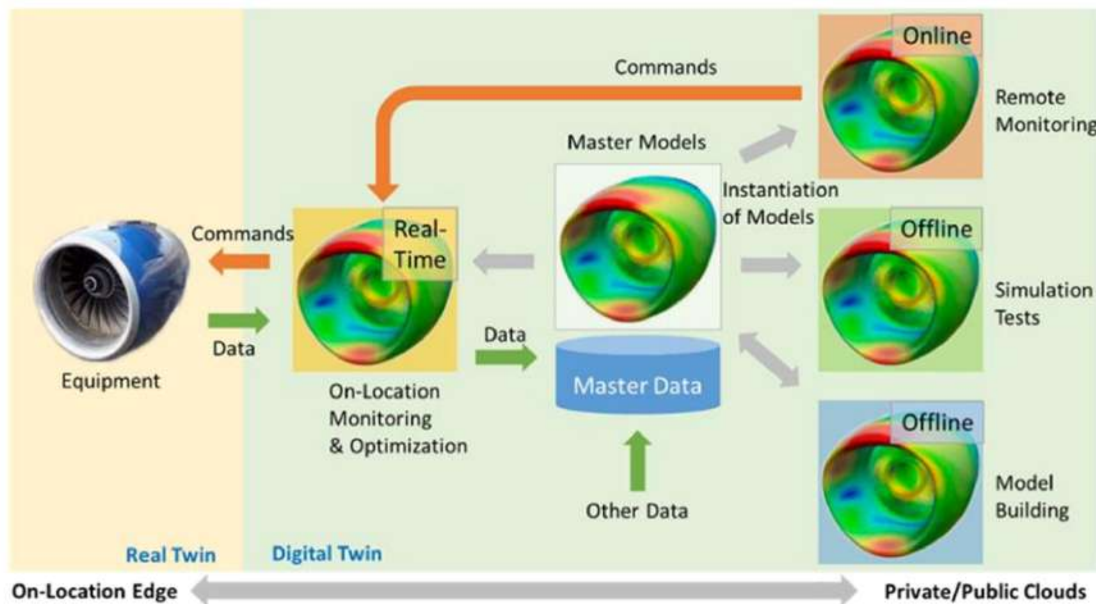
※必ずしも段階的に進展するものではない

Copyright © Mitsubishi Research Institute

デジタルツインとは

フィジカル空間
（現実空間）

サイバー空間
（仮想空間）



- ✓ センサーなどから取得したデータをもとに、
- ✓ 様々なフィジカル空間（現実空間）の要素を、
- ✓ サイバー空間（コンピューターやコンピューターネットワーク上の仮想空間）上に
- ✓ 「双子」のように再現したもの

出典：Digital Twin and Asset Administration Shell Concepts and Application in the Industrial Internet and Industrie 4.0 (Boss et.al, 2020, Plattform Industrie 4.0 and the Industrial Internet Consortium's Digital Twin Interoperability Task Group)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

様々な定義: 仮想表現(virtual representation)

- **A digital twin is a virtual representation** that serves as the real-time digital counterpart of a physical object or process. ----Wikipedia *
- **A digital twin is a virtual representation** of an object or system that spans its lifecycle, is updated from real-time data, and uses simulation, machine learning and reasoning to help decision-making. ----IBM **
- **A digital twin is a digital representation** of a physical object, process or service. A digital twin can be a digital replica of an object in the physical world, such as a jet engine or wind farms, or even larger items such as buildings or even whole cities. ----TWI***
- **Digital Twin is most commonly defined as a software representation** of a physical asset, system or process designed to detect, prevent, predict, and optimize through real time analytics to deliver business value. ---GE****
- **A digital representation** that can depict the production process and product performance. ----SIEMENS

*https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_twin
**https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-cheat-sheet-digital-twin/
***https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-digital-twin
**** https://www.ge.com/digital/applications/digital-twin

Copyright © Mitsubishi Research Institute

様々な定義: シミュレーションの拡張

- **A multi-physics, multiscale, probabilistic, ultra-fidelity simulation** that reflects, in a timely manner, the state of a corresponding twin based on the historical data, real-time sensor data, and physical model. (Glaessgen and Stargel, 2012*(NASA)

- **A special simulation**, built based on the expert knowledge and real data collected from the existing system, to realize a more accurate simulation in different scales of time and space. (Gabor et al 2016**)

*https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.2012-1818
**https://ieeexplore.ieee.org/document/7573168

Copyright © Mitsubishi Research Institute

一般的なシミュレーションとの違い

- **Large scale(大規模):** a simulation studies on one particular process, while a digital twin can itself run any number of useful simulations in order to study multiple processes.
- **Dynamic recalibration(動的なキャリブレーション):** simulations usually don’t benefit from having real-time data while a digital twin can recalibrate the environment with dynamic information.

出典:IBM社ホームページ https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin (2021.10.12確認)

- 以下のような違いの整理も可能

✓現実世界と連動したデータを利用(現実環境が再現されており人手による設定が不要)

✓リアルタイム性が高い

✓現実世界への働きかけがある(現実世界の変化へ向けたフィードバックを行う)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

デジタルツインのメリット

工期短縮・品質向上（様々なケースのシミュレーション）

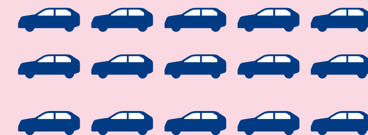
デジタルツイン活用前



現実世界で限られた
回数の試行錯誤



デジタルツイン活用後



仮想空間上で何度でも
試行を繰り返せる

迅速（かつ的確）な保守・予防措置

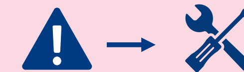
デジタルツイン活用前



トラブル後、
調査・レポートを経て改善、など
（人手を介す）



デジタルツイン活用後



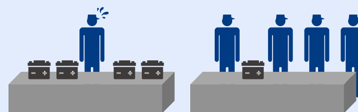
リアルタイムに問題を把握、
素早く解明・改善
（機械が判断）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

デジタルツインのメリット

的確なリソース配分

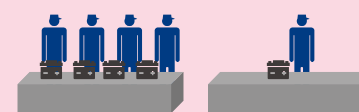
デジタルツイン活用前



人や資材の手配がアンマッチ
進捗がストップすることも



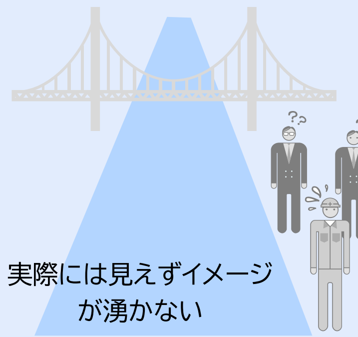
デジタルツイン活用後



人や資材をリアルタイムに最適化
最短で進展

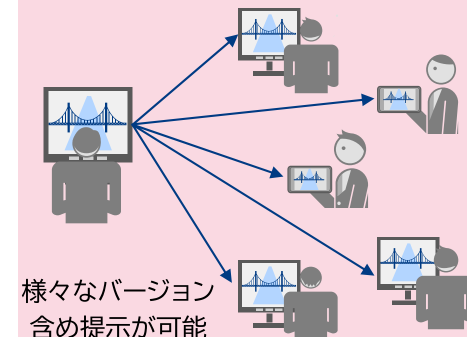
説明性の向上

デジタルツイン活用前





デジタルツイン活用後



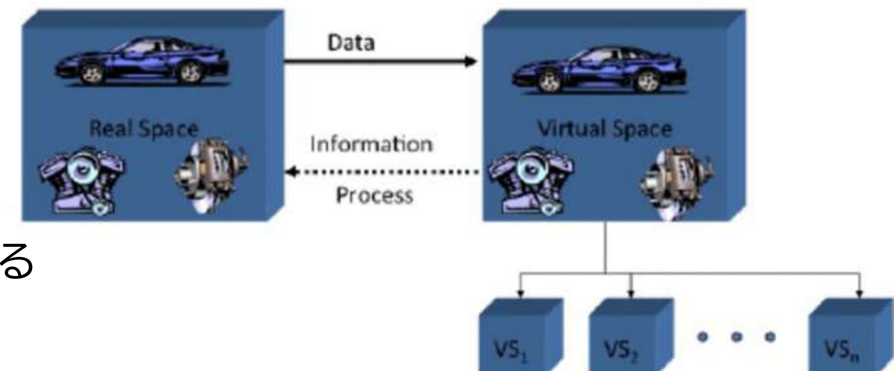
Copyright © Mitsubishi Research Institute

デジタルツインの起源

- 2002年　マイケル・グリーブス博士(ミシガン大学(経営学))
- デジタルツインの原型となるアイデアを、Product Lifecycle Management (PLM)として提唱
- Product Lifecycle Management （2002）
  →Mirrored Spaces Model （2002）
  →Information Mirroring Model （2006）
  →Virtually Perfect （2011）
  ※上記概念を、ジョン・ヴィッカーズ氏(NASA)が
  「デジタルツイン」と表現。これが急速に拡がる



- 1991年　デビット・ジェランター氏(Mirror World)という説もあり
- 1960年代　NASAアポロ13号月面探査プロジェクトにおける「ミラーリング技術」という説もあり



出典)]Digital Twin; Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems (Excerpt), M. Grieves and J. Vickers, 2016.8
https://www.researchgate.net/publication/307509727_Origins_of_the_Digital_Twin_Concept (2021.10.12確認)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

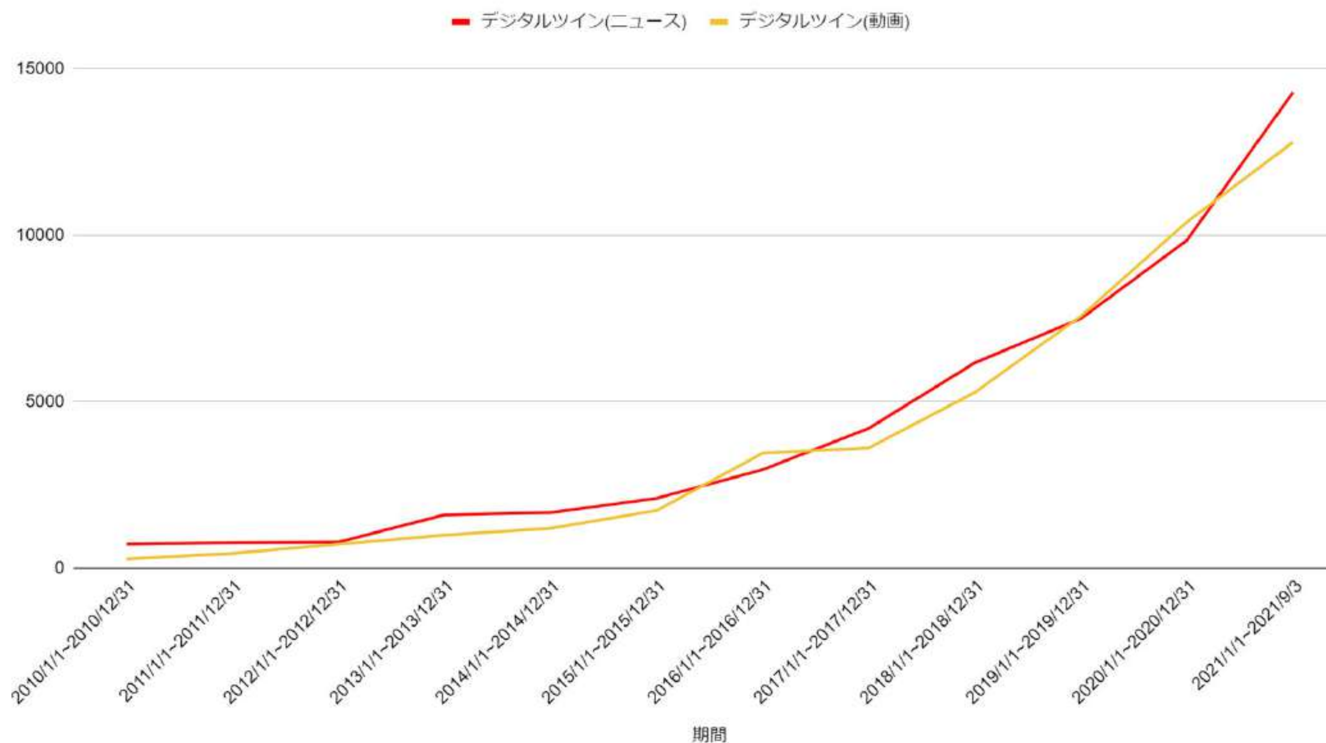
デジタルツインの盛り上がり

- 提唱当初より、そのメリットは認識されていたが、必要となるコンピュータの演算能力と接続性, 膨大なデータ量により, その導入はほとんどの業界にとってあまりに高額で非現実的と見られていた

  - 2010年代以降、クラウドサービス、IoT、AI、4G/5G、AR/VRなどの周辺技術が大きく発展し、「デジタルツイン」を現実のものと捉える動きが加速
  - DXを実現するためのツールとして大きな期待

Copyright © Mitsubishi Research Institute

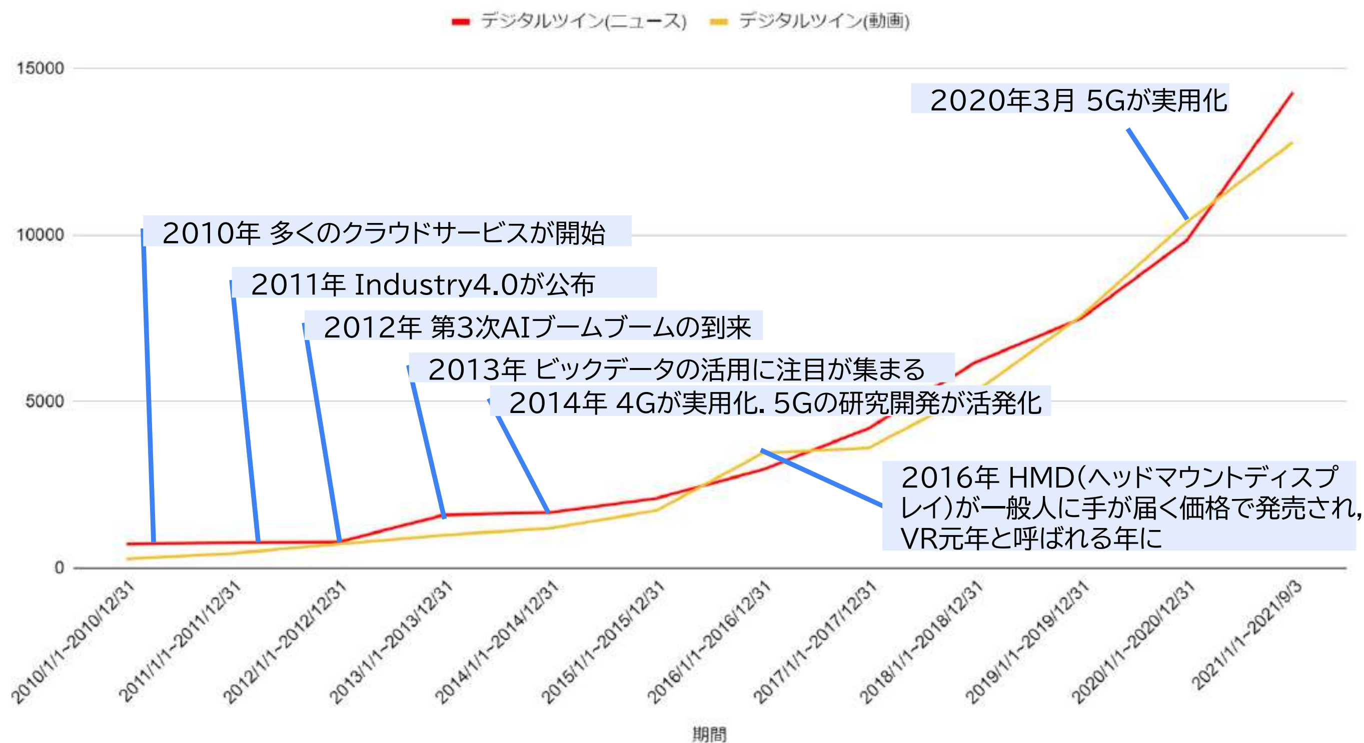
参考：Google検索における「デジタルツイン」結果数の増加



2010年から2021年9月までの期間で1年ごとに検索結果数をグラフ化

Copyright © Mitsubishi Research Institute

参考：Google検索における「デジタルツイン」結果数の増加

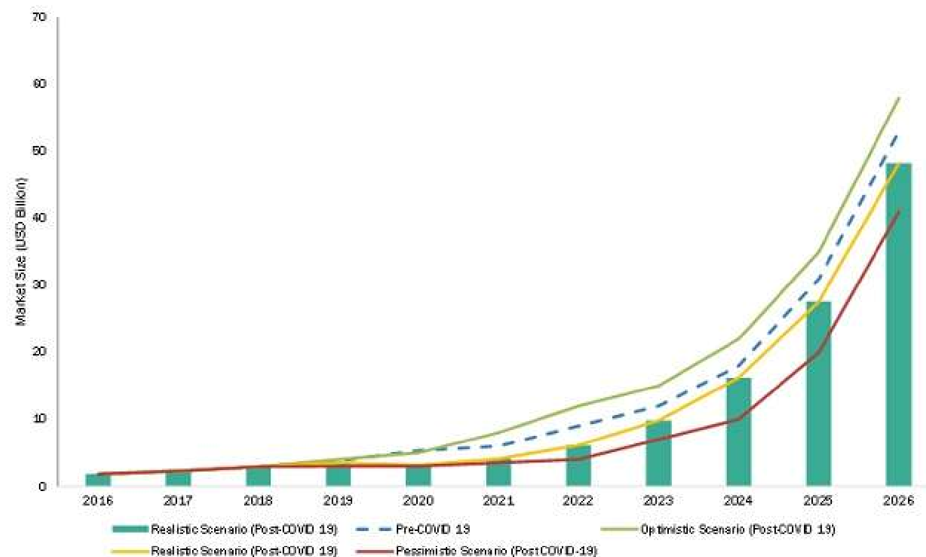


2010年から2021年9月までの期間で1年ごとに検索結果数をグラフ化

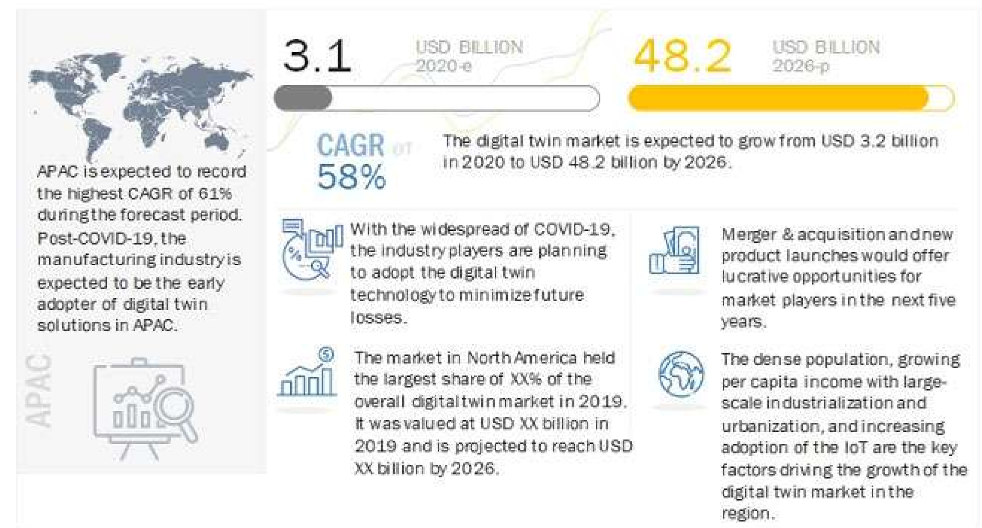
Copyright © Mitsubishi Research Institute

今後：2020年代に大きく拡大（市場予測）

- 世界のデジタルツイン市場規模は2020年に31億米ドル（約3,400億円），2026年までに482億米ドル（約5.3兆円）に達すると予測 **（6年間で15倍以上）**



Source: Investor Presentation, Expert Interview, Industry Journal, Magazine, and MarketsandMarkets Analysis



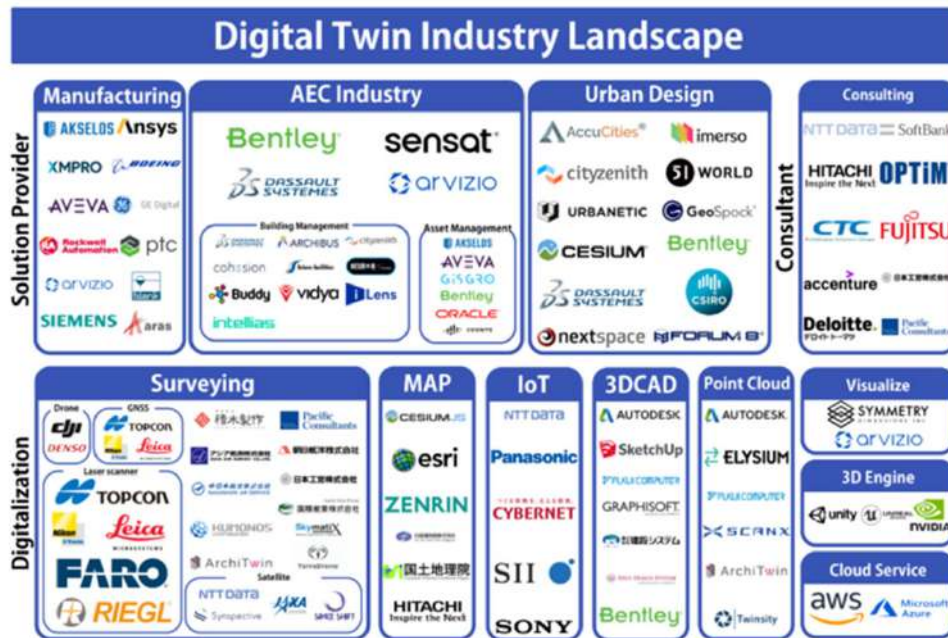
e-estimated, p-projected

出典） Digital Twin Market, Markets and Markets社レポート, 2020.9, https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/digital-twin-market-225269522.html （2021.10.12確認）

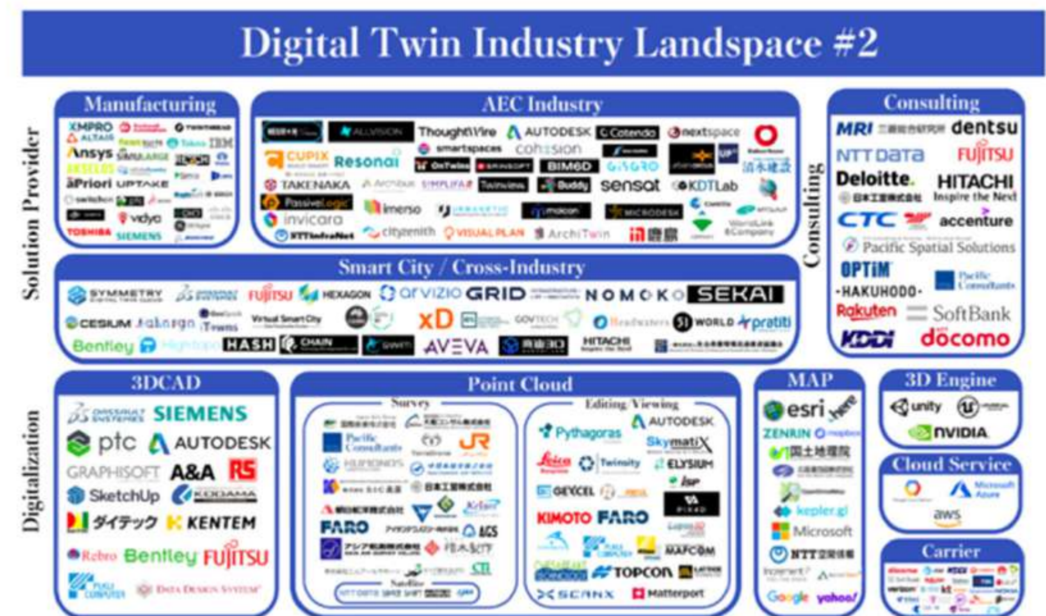
Copyright © Mitsubishi Research Institute

MRI

関連する企業（国内）も増加中



2020年10月版



2021年8月版

シンメトリー社ニュースリリース，2020.10.26 https://symmetry-dimensions.com/jp/news/20201026/（2021.10.12確認）

シンメトリー社ニュースリリース，2021.8.19 https://symmetry-dimensions.com/jp/news/20210819/（2021.10.12確認）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

2. デジタルツインの進展状況

- 様々な分野における概況
- インフラ業界における検討状況

様々な分野における概況

Copyright © Mitsubishi Research Institute

概況：適用領域は5つの分野に大別可能

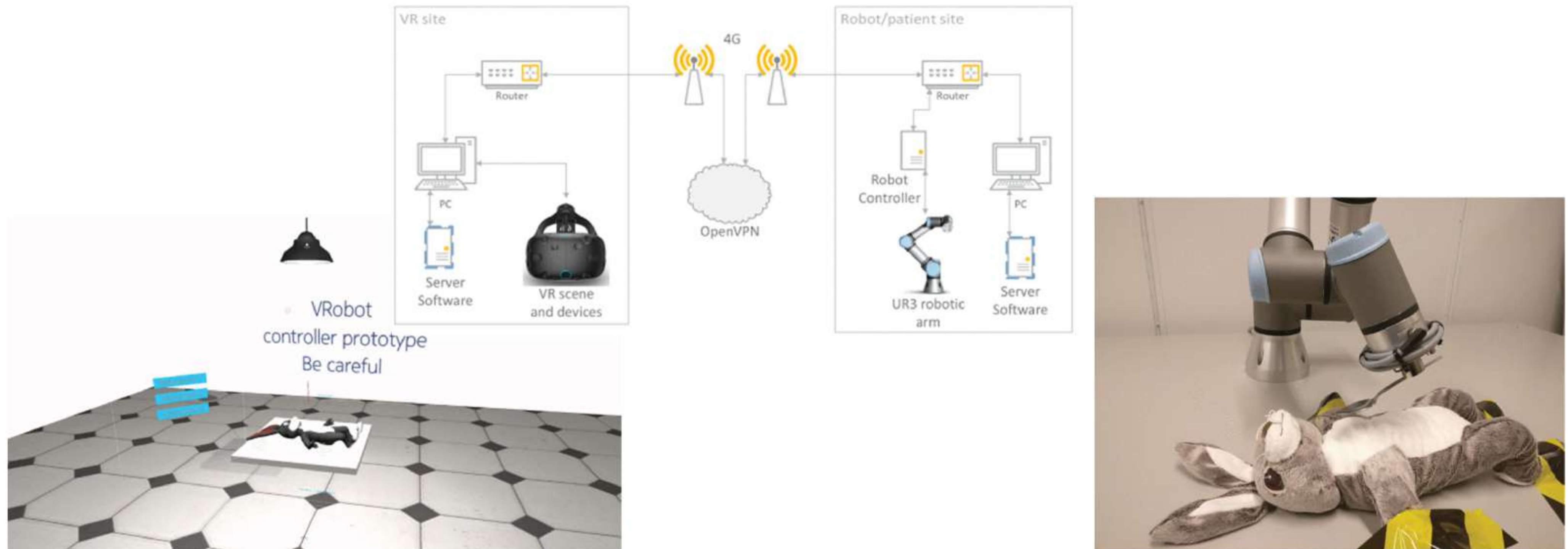
- **医療/健康：** 遠隔手術、ウェアラブルデバイス活用など
- **気象：** ビッグデータ（地形、衛星、気象観測用ポール、レーダー、ラジオゾンデ、海浮標、ドローン、LIDARなど）
- **製造およびプロセス技術：** 多数の適用例あり
- **教育：** Massive Open Online Courses (MOOCs、ムーク)など
- **都市、交通およびエネルギー：** 運営の効率化へ向けて

出典）Digital Twin: Values, Challenges and Enablers From a Modeling Perspective（Rasheed et al.,（2020）, IEEE）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

医療/健康： 遠隔手術

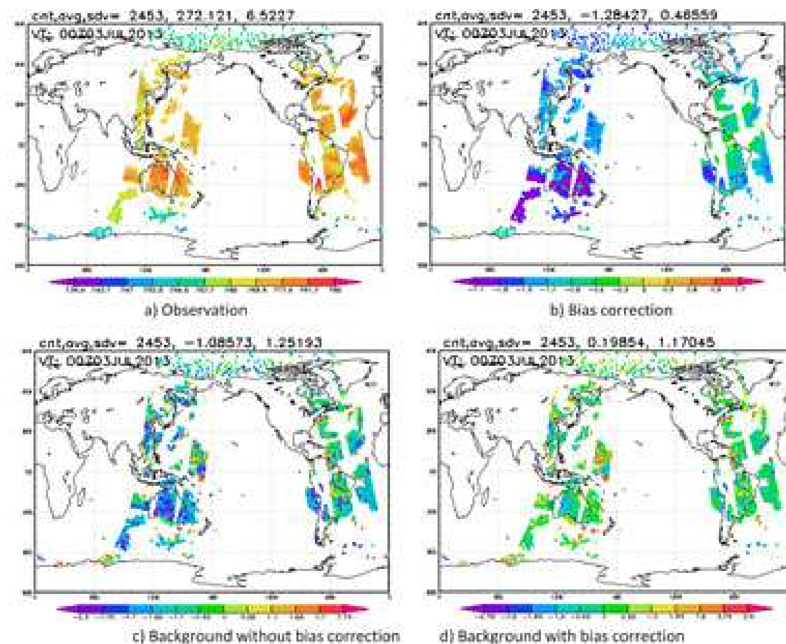
- 例：4G環境下でのリアルタイムでの遠隔操作に関するプロトタイプ



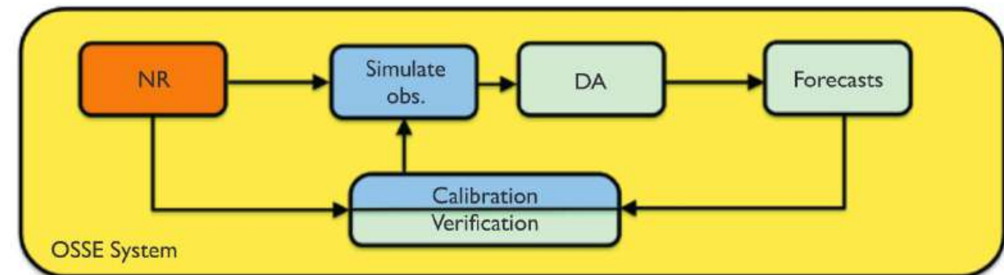
Prototyping a Digital Twin for Real Time Remote Control Over Mobile Networks: Application of Remote Surgery (Laaki et al., (2020), IEEE)

気象：OSSE（観測システムシミュレーション実験）

- 実在しない観測システム（仮想観測システム）を計算機上に構築し，その振る舞いを評価する手法



出典：SSMIS F18 observations, bias, and backgorund with/without the bias correction for July 3, 2013, JCSDA
https://cisess.umd.edu/observing-system-simulation-experiments-osses/ （2021.10.12確認）



NR：Nature Run（自然界の動き）

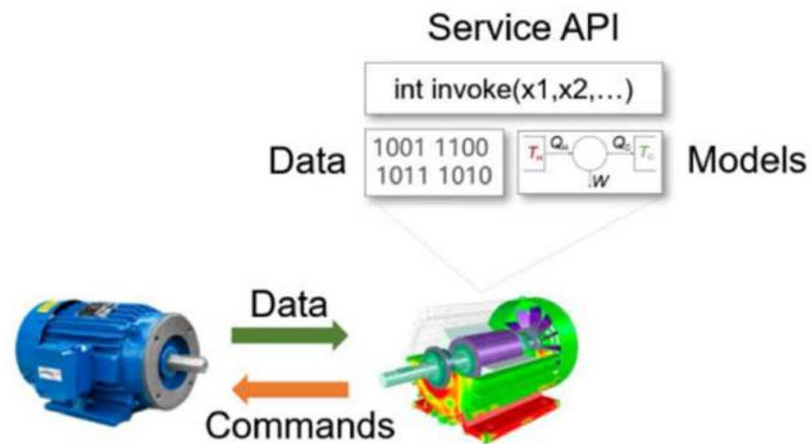
DA: Data Assimilation（データ同化）

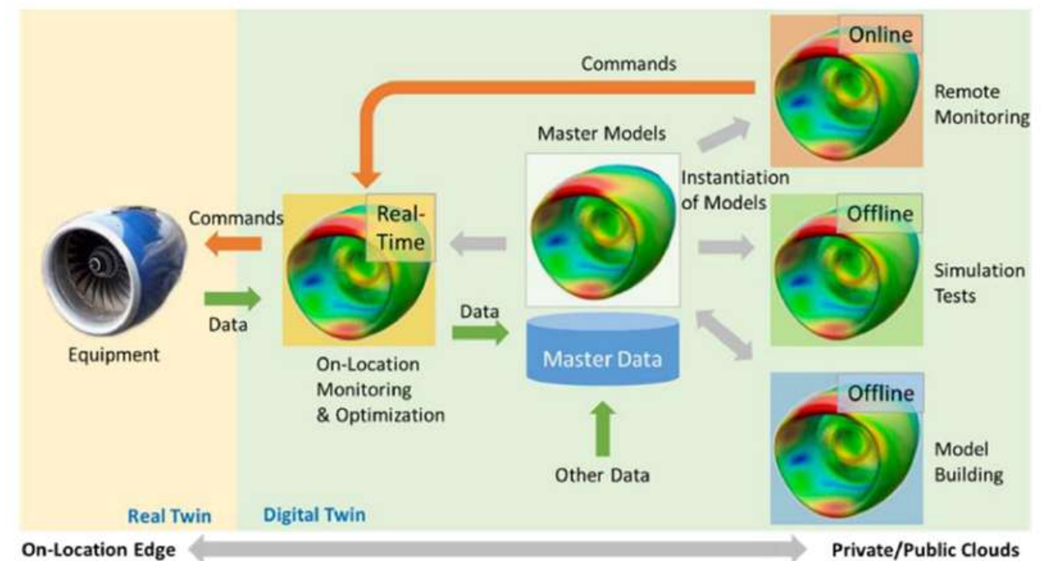
出典：Future Observing System Simulation Experiments (Hoffman and Atlas 2016, American Meteorological Society Journals)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

製造およびプロセス技術:

- 単体製品から工場全体プロセスまで様々な事例あり

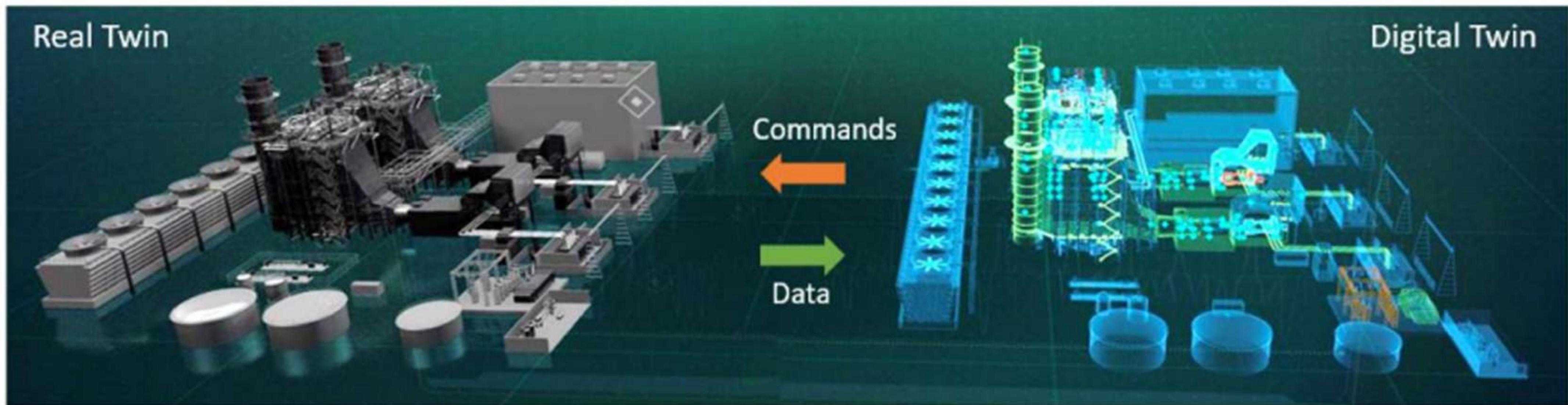




出典:Digital Twin and Asset Administration Shell Concepts and Application in the Industrial Internet and Industrie 4.0 (Boss et.al, 2020, Plattform Industrie 4.0 and the Industrial Internet Consortium's Digital Twin Interoperability Task Group)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

製造およびプロセス技術:



出典:Digital Twin and Asset Administration Shell Concepts and Application in the Industrial Internet and Industrie 4.0 (Boss et.al, 2020, Plattform Industrie 4.0 and the Industrial Internet Consortium's Digital Twin Interoperability Task Group)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

製造およびプロセス技術： 例　風力発電施設



出典）GE社ホームページ
https://www.ge.com/renewableenergy/stories/improving-wind-power-with-digital-twin-turbines （2021.10.12確認）

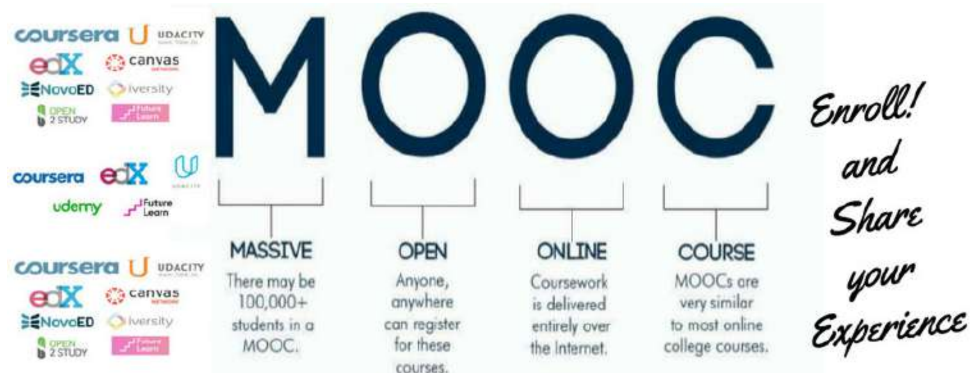


出典)ANSYS Twin Builder Used to Create a Digital Twin of GE Offshore Wind Turbine https://www.youtube.com/watch?v=3Y1lnF4_pKY （2021.10.12確認）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

教育： MOOCs

- MOOC: Massive Open Online Courses
- オンラインで大学レベルの授業を無償公開し、終了条件を満たした受講者に修了証を提供など





English

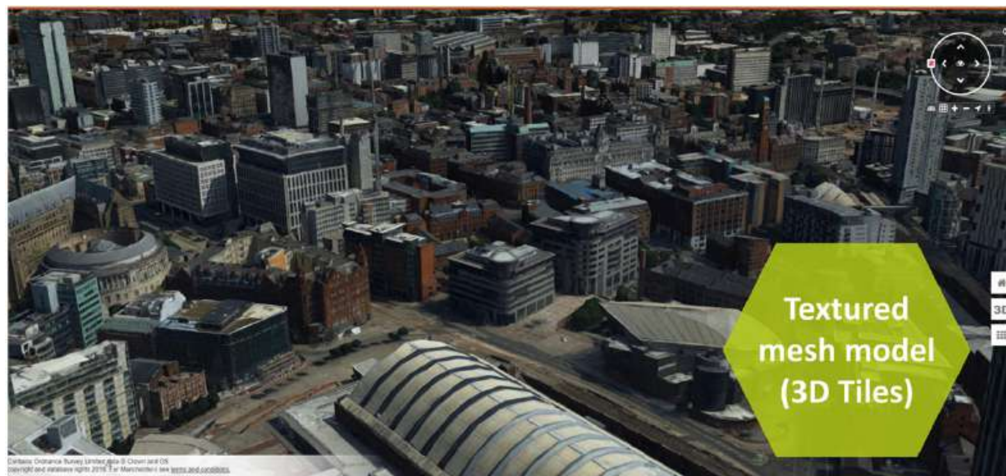
大規模公開オンライン講座（MOOC＝Massive Open Online Course）は、オンラインで誰でも無償で利用できるコースを提供するサービスで、希望する修了者は有料で修了証を取得できます。世界トップクラスの大学・機関によってさまざまなコースが提供されています。「Coursera（コーセラ）」「edX（エデックス）」への登録者数合計は3000万人以上に達しており、MOOCを利用した世界規模の高等教育プラットフォームが形成されています。東大は日本初の試みとして、2013年9月よりCourseraで2コースを提供して以降、2021年4月現在で全19コース（Coursera 9コース、edX 10コース）を提供しました。登録者数は世界201の国・地域から累計57万人を超える規模となっております。

出典：MOOC facebookホームページ https://www.facebook.com/MOOCEnrollandShareyourexperience/ （2021.10.12確認）

出典：東京大学ホームページ https://www.u-tokyo.ac.jp/ja/society/visit-lectures/mooc.html （2021.10.12確認）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

都市、交通およびエネルギー： 例 マンチェスター市





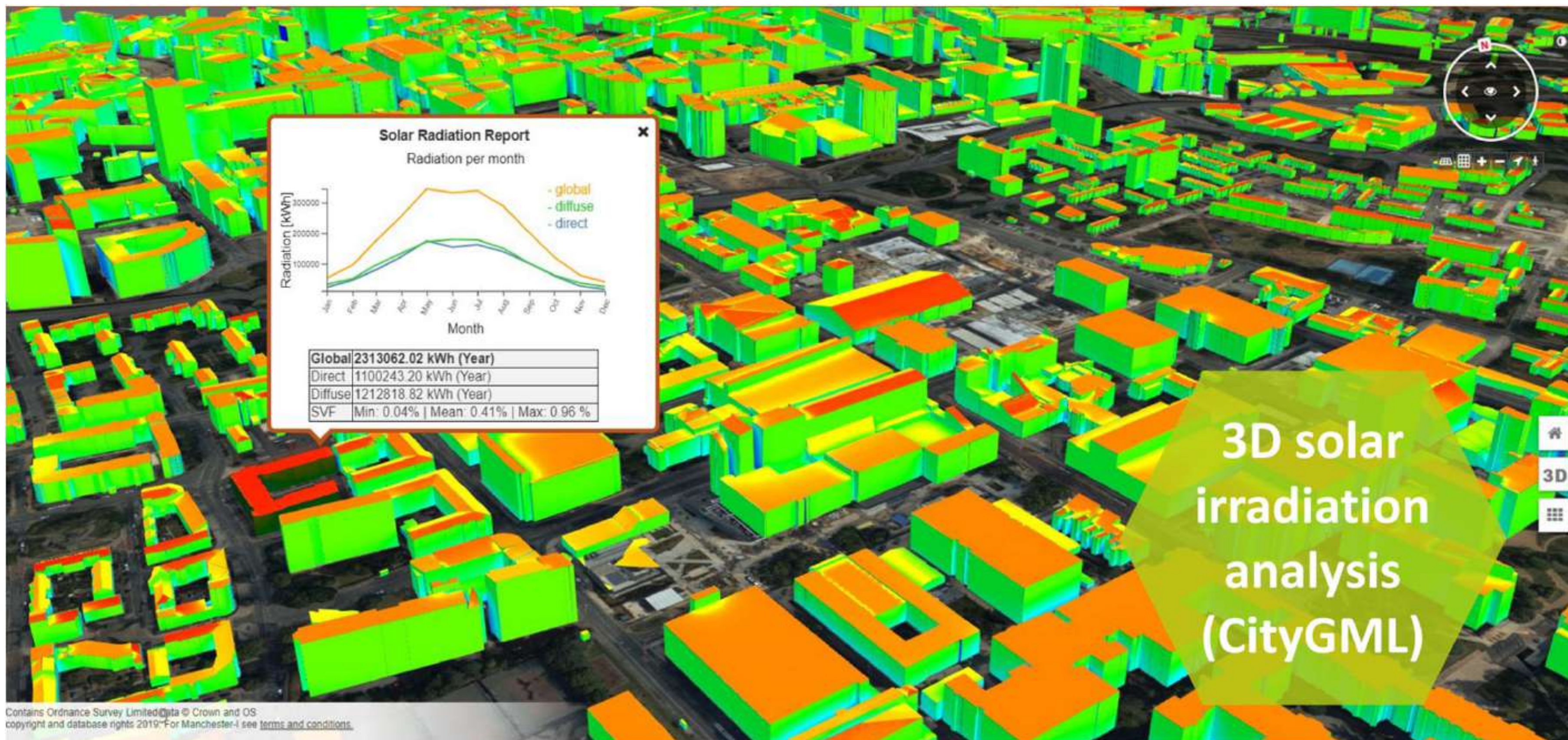




（Manchester City Model: An OGC standard approach, Nagel, 2019, ISO/TC211）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

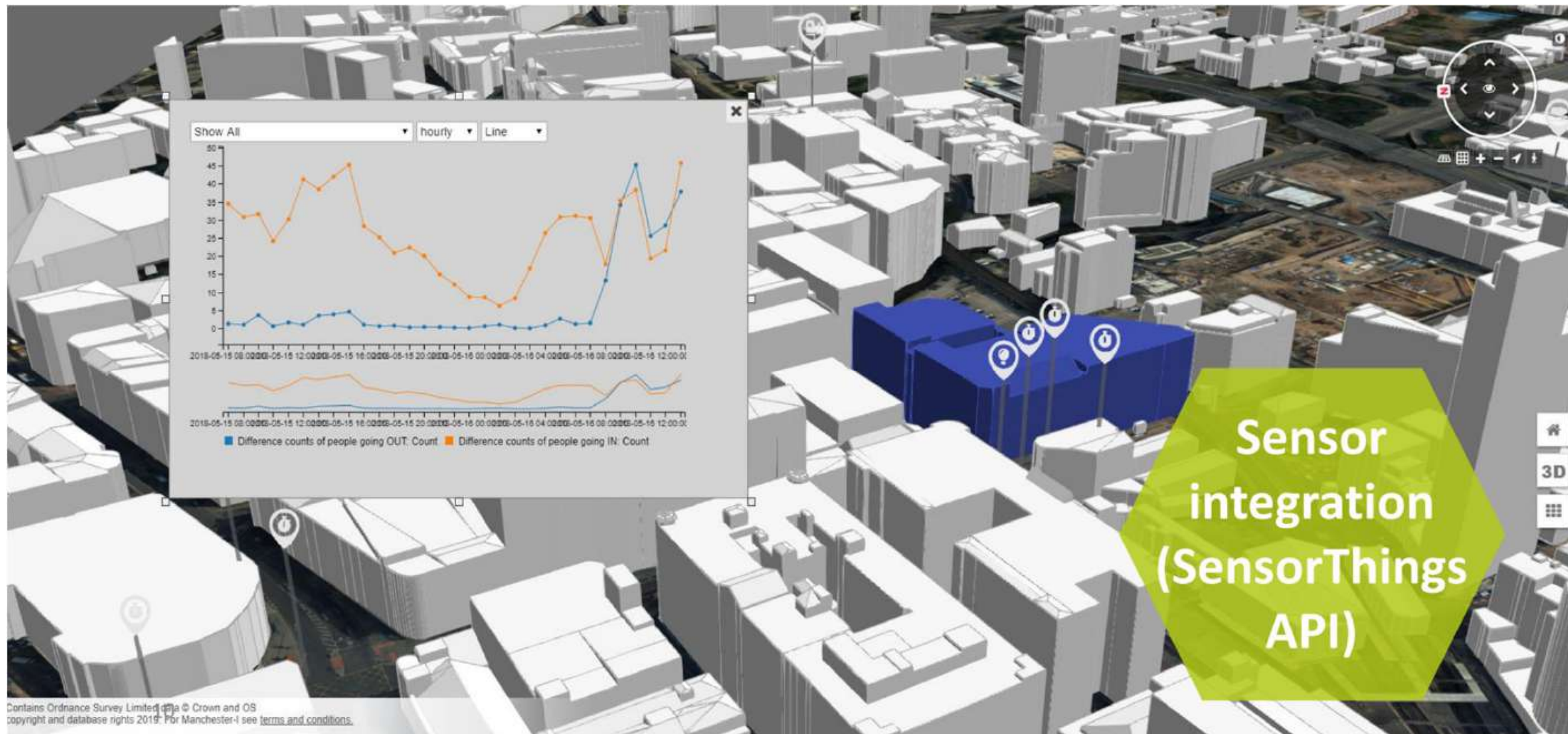
都市、交通およびエネルギー： 例 マンチェスター市



（Manchester City Model: An OGC standard approach, Nagel, 2019, ISO/TC211）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

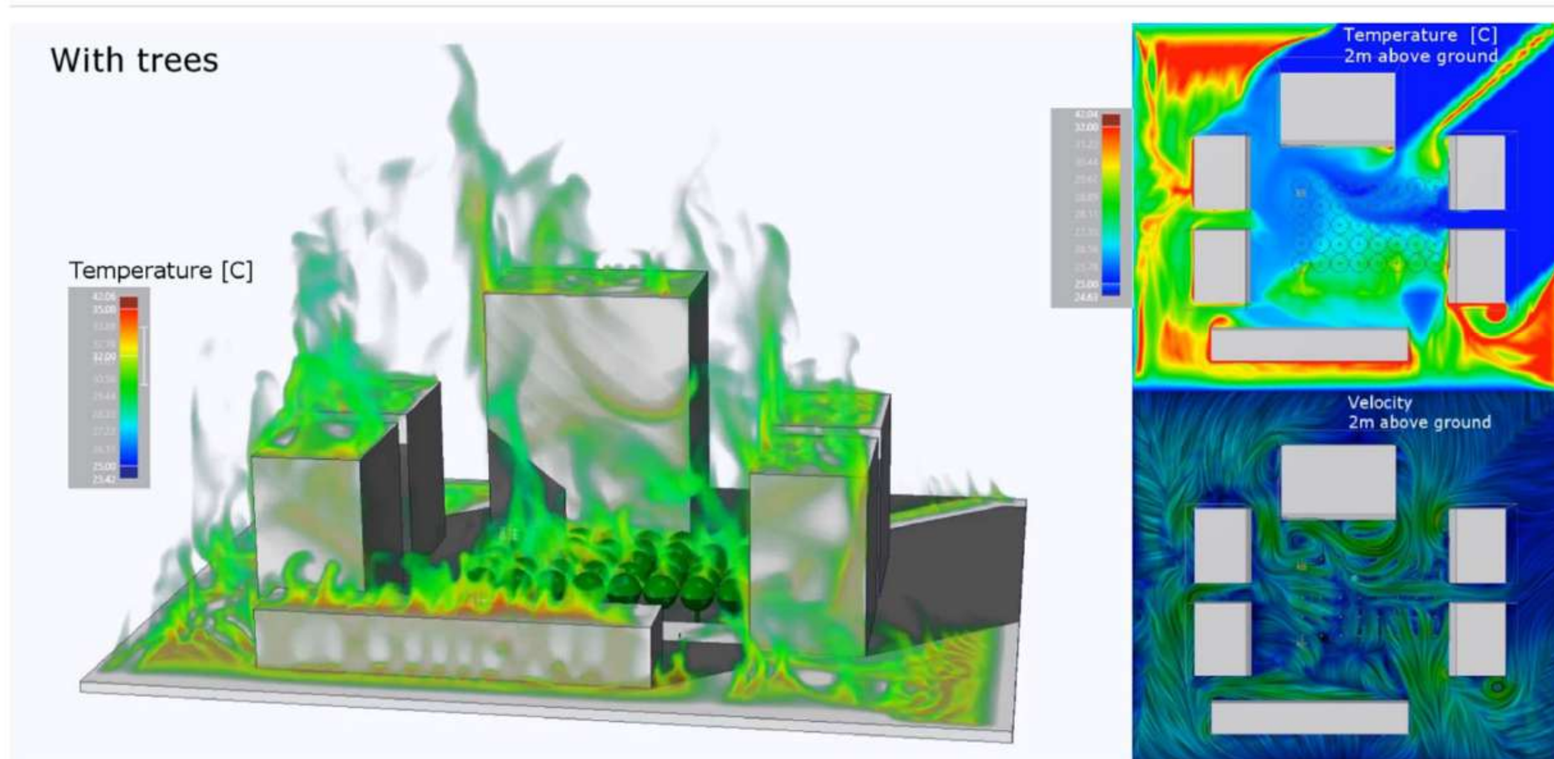
都市、交通およびエネルギー： 例 マンチェスター市



（Manchester City Model: An OGC standard approach, Nagel, 2019, ISO/TC211）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

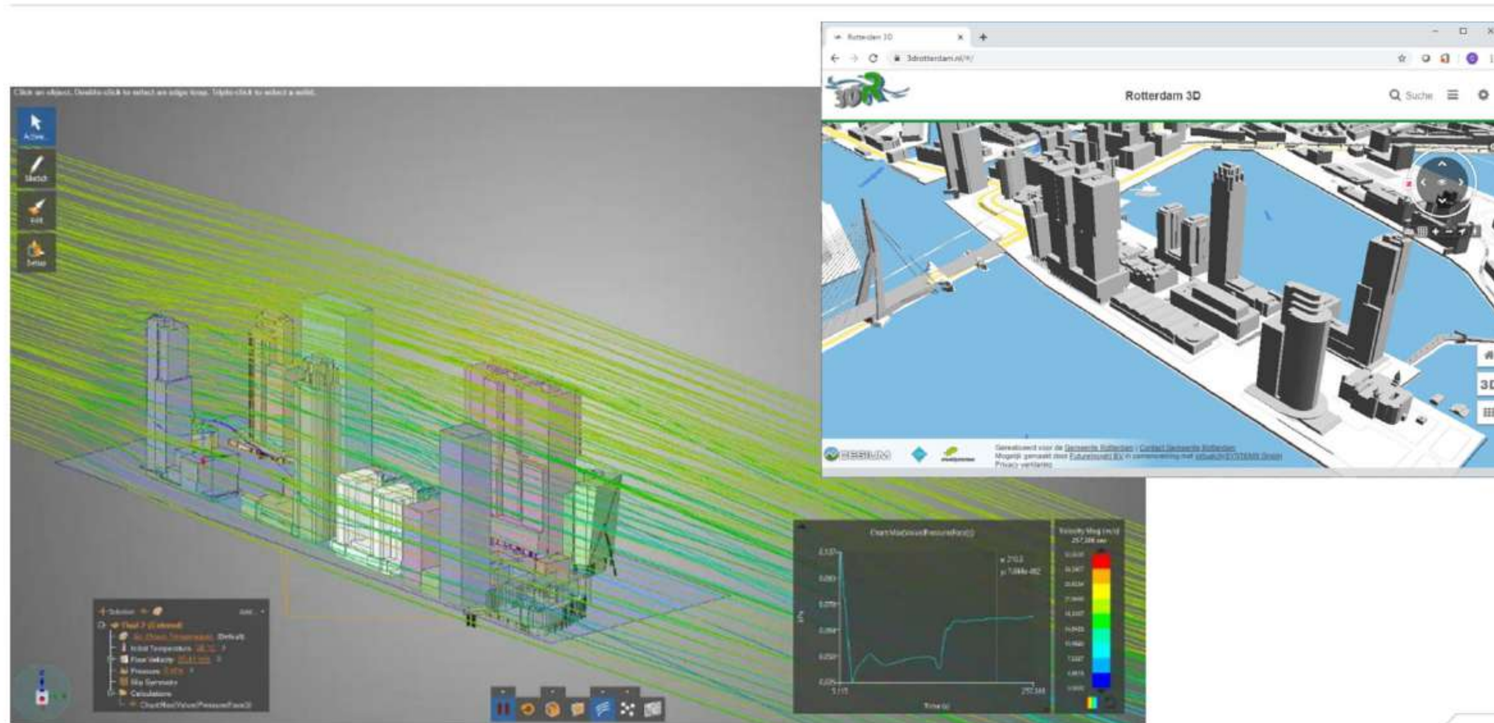
都市、交通およびエネルギー： 例 マンチェスター市



（Manchester City Model: An OGC standard approach, Nagel, 2019, ISO/TC211）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

都市、交通およびエネルギー： 例 マンチェスター市

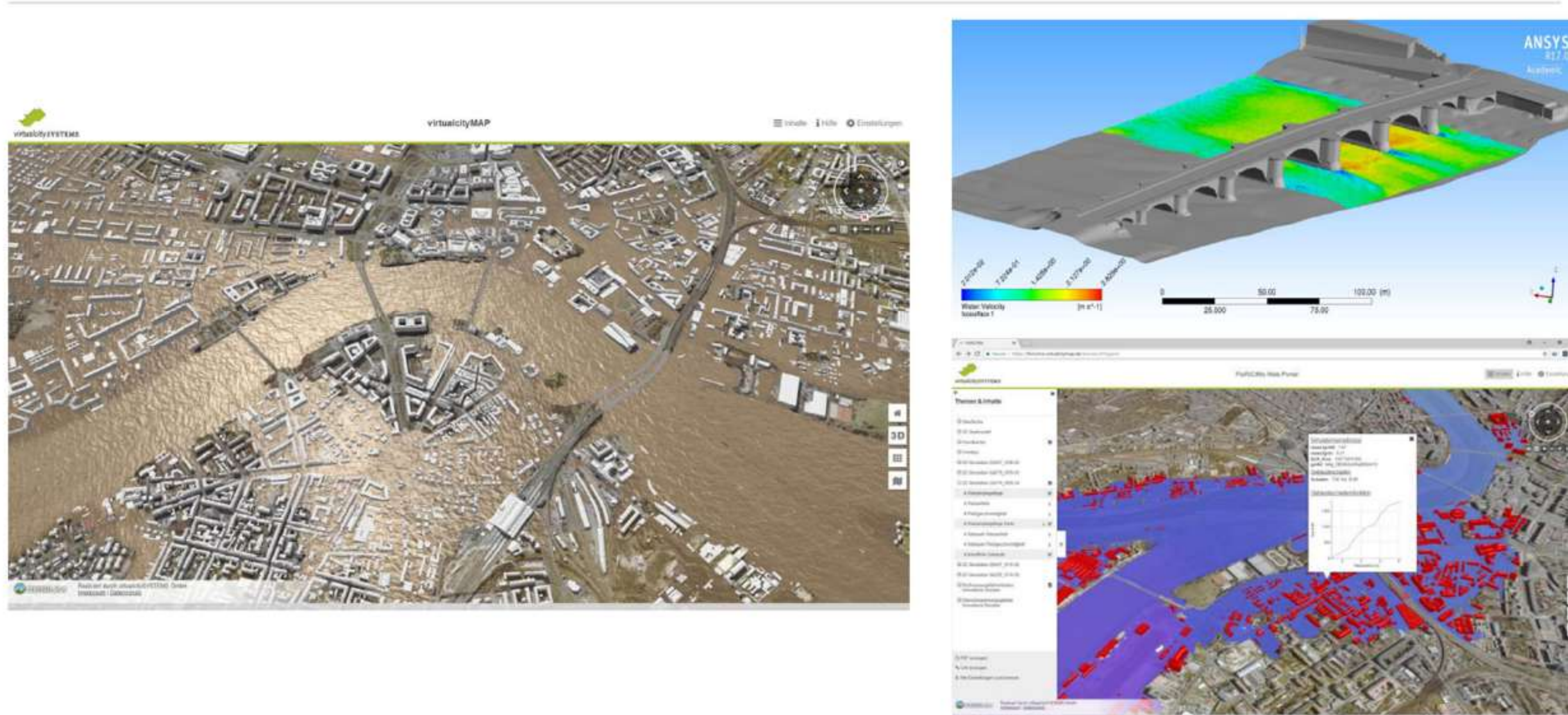


（Manchester City Model: An OGC standard approach, Nagel, 2019, ISO/TC211）

MRI

都市、交通およびエネルギー： 例 マンチェスター市

3D flooding simulation and damage forecast

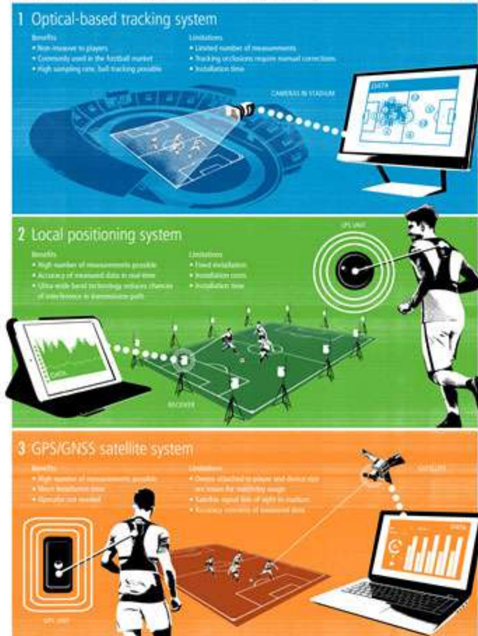


（Manchester City Model: An OGC standard approach, Nagel, 2019, ISO/TC211）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

補足(スポーツ)： サッカーワールドカップ

- 2018ワールドカップ(ロシア)より、VAR(ビデオアシスタントレフェリー)、EPTSを導入



1)Data Resources,Inc,Digital Twin,<https://www.dri.co.jp/dri_forum/?p=5273>,(参照2021-09-03)



2)FIFATV, The Future of Football: Wearable Technology,2016-11-23,<https://www.youtube.com/watch?v=Jmn5dfZX1u4>,(参照2021-09-03)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

インフラ業界における検討状況

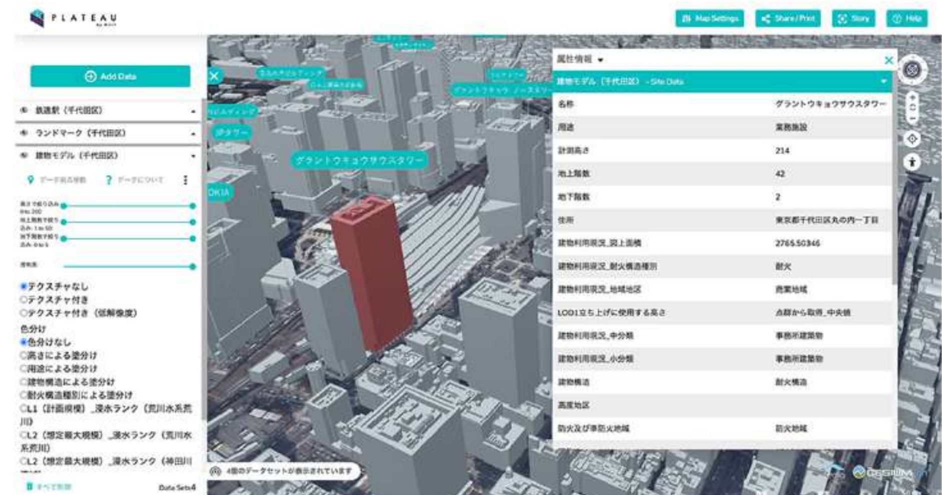
国土交通データプラットフォーム/PLATEAU

- 保有する多くのデータと民間等のデータを連携し，Society 5.0が目指すフィジカル（現実）空間をサイバー（仮想）空間に再現するデジタルツインにより，業務の効率化やスマートシティ等の国土交通省の施策の高度化，産学官連携によるイノベーションの創出を目指す



3次元点群データ

出典）国土交通データプラットフォームホームページ
https://www.mlit-data.jp/platform/showcase/case-3.html
（2021.10.12確認）



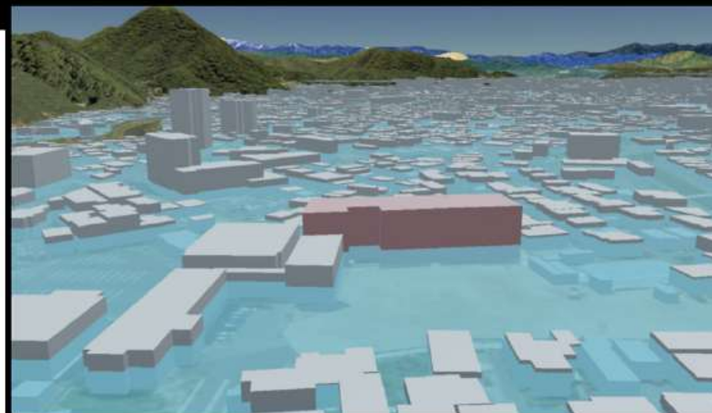
PLATEAU

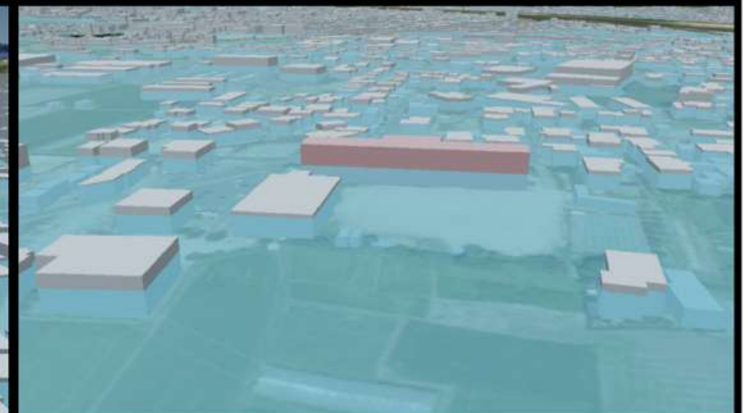
出典）Project PLATEAUホームページ
https://www.mlit.go.jp/plateau/
（2021.10.12確認）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

PLATEAU　R2年度検討ユースケース例


城北地区が最大浸水深となる場合の浸水シミュレーションの可視化:破堤20分後


城北小学校周辺　浸水状況（千代川右岸5.2k　破堤の場合）


大正小学校周辺　浸水状況（千代川左岸9.6k　破堤の場合）

出典:Project PLATEAUホームページ
https://www.mlit.go.jp/report/press/toshi03_hh_000079.html
(2021.10.12確認)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

PLATEAU R3年度検討ユースケース例



Carbon neutral

太陽光発電ポテンシャル推計
反射光公害シミュレーション

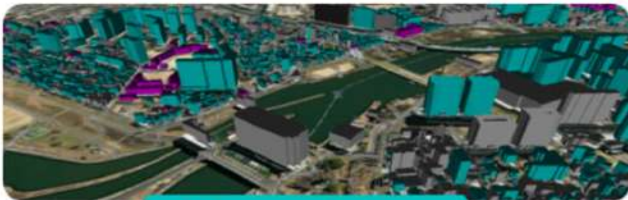
都市スケールの太陽光発電ポテンシャル推計等に3D都市モデルを活用



Mobility

自動運転車両の自己位置推定におけるVPS活用

自動運転車両の自己位置を推定するVPSに3D都市モデルを活用



Transportation

工事車両の交通シミュレーションVer2

都市部における工事車両のオペレーションに3D都市モデルを活用



Area management

大丸有 Area Management City Index（AMCI）

大丸有エリアにおいて、エリアマネジメント活動のプラットフォームを開発

出典：Project PLATEAUホームページ
https://www.mlit.go.jp/report/press/toshi03_hh_000079.html
（2021.10.12確認）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

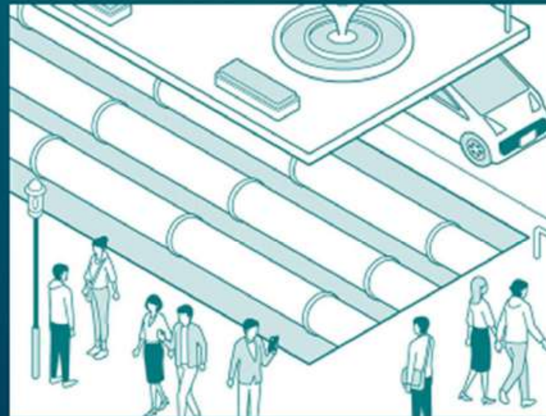
東京都デジタルツイン実現プロジェクト　実証例

実証 01
地下空間も含めたリアルタイム人流可視化



人々の動きや混み具合を
把握し、安心な移動を
サポート

実証 02
地下埋設物の3D化による業務改善効果検証



地中の様子を3Dで把握し、
生活を支える
ライフラインを管理

実証 03
スマートフォンを活用した3Dマップ更新検証



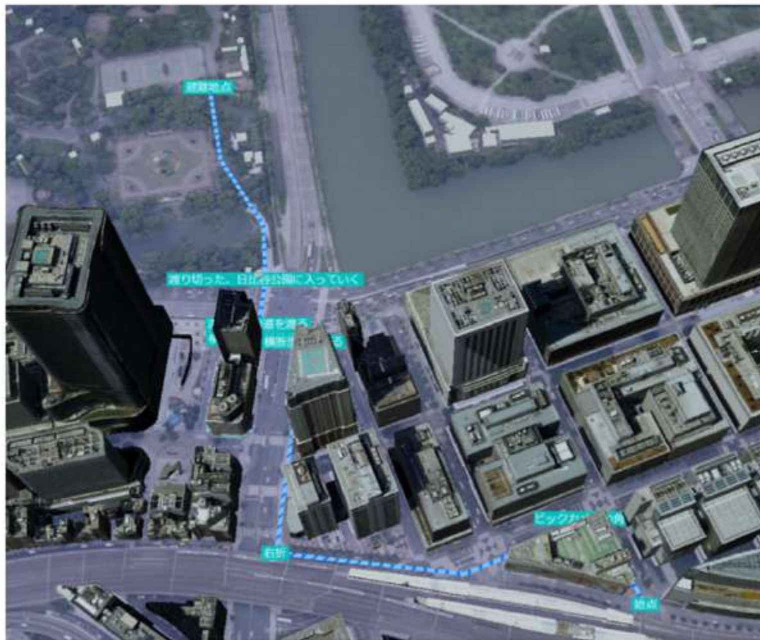
人々が参加し
アップデートする、
デジタルツイン

出典：東京都デジタルツイン実現プロジェクトホームページ http://info.tokyo-digitaltwin.metro.tokyo.lg.jp/ （2021.10.12確認）

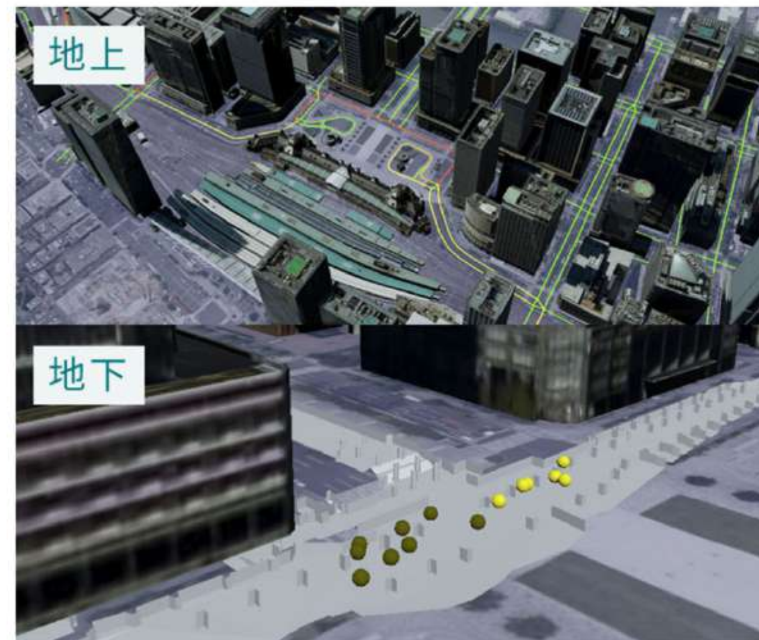
Copyright © Mitsubishi Research Institute

東京都デジタルツイン実現プロジェクト　実証例

3Dビューアでの避難経路と混雑度の可視化



災害時における避難経路のガイダンスを3Dビューア上で可視化しました。



混雑の傾向等を3Dで把握するため、地上・地下の混雑度を3Dビューア上で可視化しました。

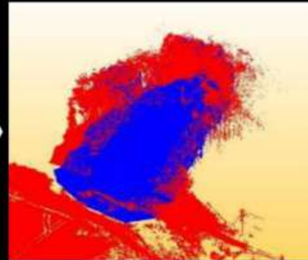
出典：東京都デジタルツイン実現プロジェクトホームページ http://info.tokyo-digitaltwin.metro.tokyo.lg.jp/（2021.10.13確認）

VIRTUAL SHIZUOKA

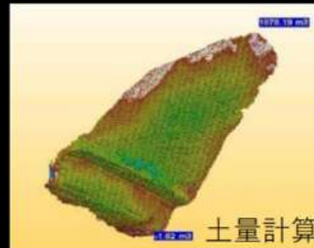
3次元点群データの蓄積による災害復旧の迅速化



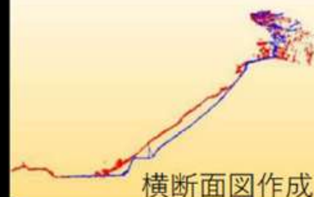
被災後の3次元点群データ



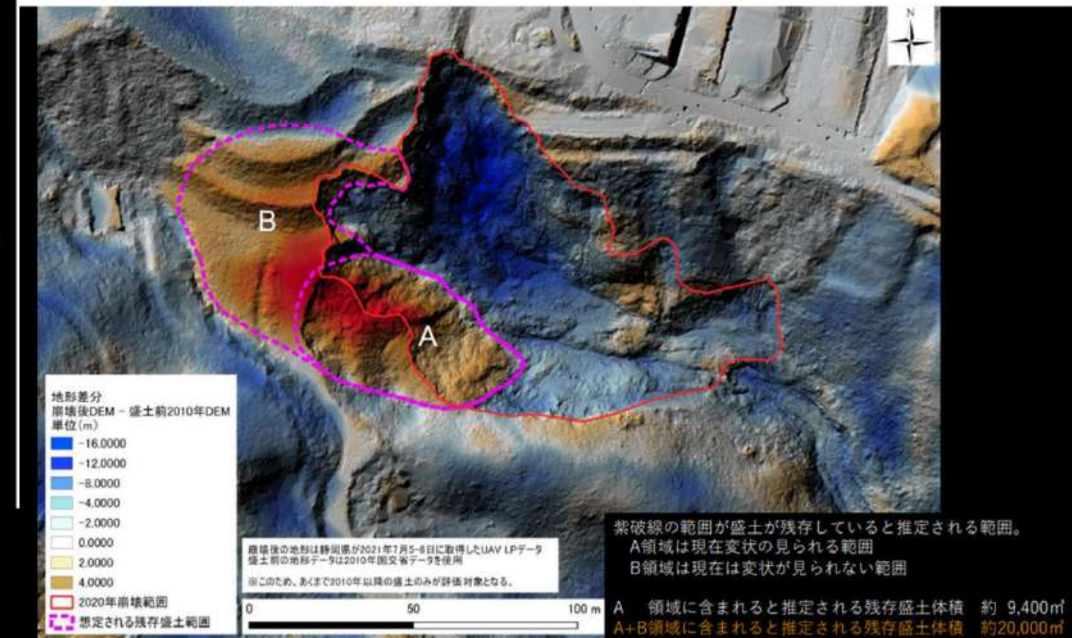
蓄積していた被災前のデータと重ね合わせ



土量計算



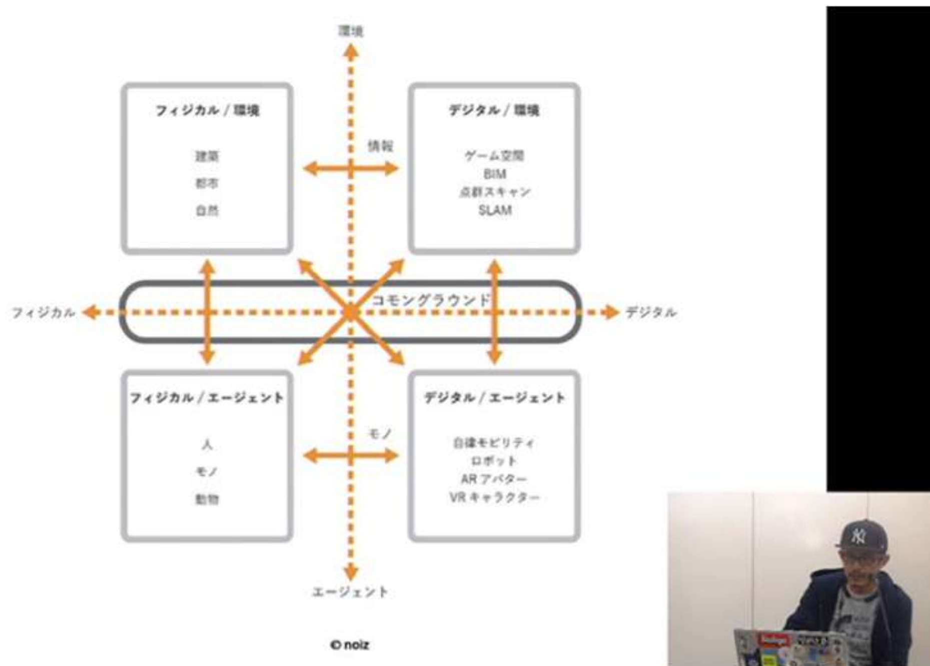
横断面図作成



出典：静岡県が目指す「VIRTUAL SHIZUOKA構想」とは 第2回 東京都における「都市のデジタルツイン」社会実装に向けた検討会 杉本臨時委員（静岡県）講演資料
http://info.tokyo-digitaltwin.metro.tokyo.lg.jp/kentoukai02/ （2021.10.12確認）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

コモングラウンド・リビングラボ



出典：ゲームエンジンが未来のスマートシティをつくる！ デジタル空間とフィジカル空間が同居する最新建築構想「コモングラウンド」とは何か　2021.3.29　CGWorldホームページ https://cgworld.jp/feature/202103-silicon.html （2021.10.12確認）





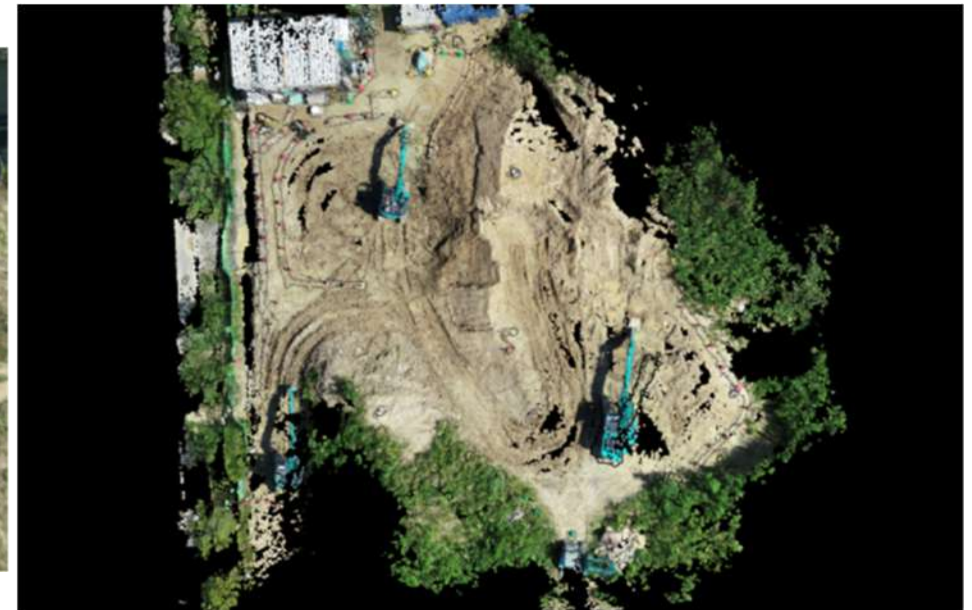
出典：コモングラウンド・リビングラボ　ホームページ https://www.cgll.osaka/l （2021.10.12確認）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

遠隔操作における現場の見える化

- 稼働現場の様々な情報(機械周辺の状況や埋設物の有無、土の形状や体積など)を可視化し、オペレータが効率的かつ安全・安心して働ける遠隔施工現場を実現するとともに、現場状況の確認や作業指示などに利用

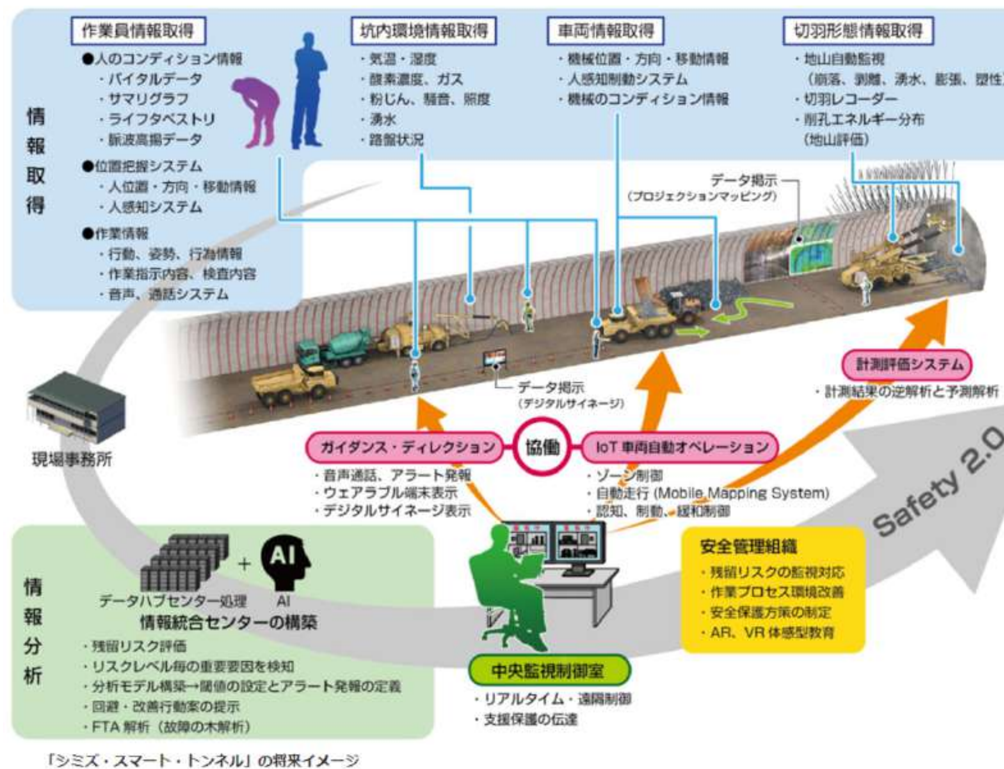




出典:遠隔操作(K-DIVE CONCEPT)における現場見える化機能の実装に向けたコベルコ建機株式会社との協業について 2021.4.26
株式会社先進ロボティクス ホームページ https://www.sensyn-robotics.com/news/kobelco (2021.10.12確認)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

トンネル建設現場の生産性・安全性向上



「シミズ・スマート・トンネル」の将来イメージ

要素技術例

- 余堀り量低減システム
- 切羽崩落振動監視レーダーシステム
- 行動モニタリングシステム
- 覆工コンクリート自動締固め
- リアルタイム遠隔立会システム
- 骨伝導ヘッドセット

出典:トンネル新時代 「シミズ・スマート・トンネル」で現場の生産性・安全性を向上｜2019.12.25 清水建設ホームページ
https://www.shimz.co.jp/topics/construction/item21/ （2021.10.12確認）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

MRI

ダム管理



出典:「アフターデジタル」とは？デジタルトランスフォーメーションを加速する新しい概念：2019.12.4　FUJITSU JOURNAL https://www.fujitsu.com/downloads/JP/microsite/fujitsutransformationnews/journal-archives/pdf/2019-12-04-01.pdf（2021.10.12確認）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

英国のデジタルツインにかかる取組・経緯

「Construction 2025」の作成・公表（2013年）
- ✓ BIMの義務化と推進、コスト縮減、工期短縮、CO_2排出削減等

出典：https://www.gov.uk/government/publications/construction-2025-strategy（2021/8/27閲覧）



▼

「Digital Built Britain」の戦略策定（2015年）
- ✓ ライフサイクルコストとCO_2排出の削減、BIMモデル、センシング技術、安全なデータと情報インフラの使用による生産性と能力向上を指向

出典：https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/410096/bis-15-155-digital-built-britain-level-3-strategy.pdf（2021/8/27閲覧）



▼

「Data for the Public Good」の作成・公表（2017年）
- ✓ ナショナルデジタルツインの実現
- ✓ The National Digital Twin Programの作成・運用

出典：https://nic.org.uk/app/uploads/Data-for-the-Public-Good-NIC-Report.pdf（2021/8/27閲覧）



▼

CDBB（Center for Digital Built Britain）の設置（2017年）
- ✓ 産官学連携によるデジタルツインの実装・運用開始
- ✓ Digital Twin Hubの設置（2020年）
- ✓ Digital Twin Toolkitの作成・発行（2021年）



出典：https://www.cdbb.cam.ac.uk/
https://www.cdbb.cam.ac.uk/news/dt-toolkit-making-business-case-dt（2021/8/27閲覧）

Construction 2025

- 2011年にBIM Mandate(Government Construction Strategy)を公表。BIM導入により、各部署においてコストを20%削減することを目標値として設定。削減の確実性を担保するため各省庁は予算の20%を国に返す旨を記述
- BIMの重要性が認識されてきた中で、2016年に「Construction 2025」を公表。「Construction2025」では、2016年までにBIMの義務化及びBIMレベル2を達成し、建設事業の20%の効率化を図る中間目標を設定
- 2025年までに、BIMレベル3の達成を掲げコスト削減33%、工期短縮50%の目標値を設定



出典：英国政府（HM Government）「Construction2025」（2013.7）（閲覧2021.9.2）
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/210099/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf

Copyright © Mitsubishi Research Institute

BIMの活用事例（Crossrailプロジェクト）



https://www.crossrail.co.uk/benefits/innovation/driving-industry-standards-for-design-innovation-on-major-infrastructure-projects

Key benefits

- **Reduction of risks** from greater visibility into design and construction interfaces and activity
- **Improved safety** through increased construction awareness from easy review of complex details or processes on site
- **Reduced errors** from using a trusted “single source of truth” approach to data management, for example ensuring only the most appropriate version of models, drawings and documentation is used
- **Improved collaboration** through linked data sets and integrated 3D models that create a “virtual” Crossrail before the physical Crossrail is constructed, allowing design and construction refinement
- **Reduced information loss** between project phases, ensuring we capture and hand over full asset information into the Operations and Maintenance phases
- **Improved project delivery** leveraging technology advances including data interoperability and mobility

Crossrail's BIM approach in numbers

- **1** centralised set of linked databases
- **25** design contracts
- **30** main works contracts
- **60** logistics main works contracts
- **1,000,000 (1 million)** CAD files created, approved and integrated within centralised information model

出典：Crossrail HP（http://www.crossrail.co.uk/）
（閲覧2018.10.19）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

BIMの活用事例（HS2プロジェクト）

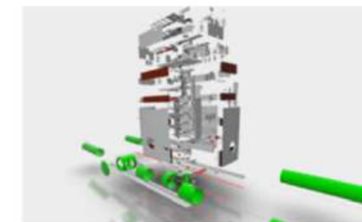
- HS2(High Speed 2)は、英国で建設中の高速鉄道プロジェクト
- 第1期工事はロンドン～バーミンガム(2017～2025年)、第2期工事はバーミンガム～マンチェスター／リーズ(第二期)
- ロンドン地下鉄Elizabethラインを含む横断鉄道(Crossrail※)建設プロジェクトで得た経験をもとに、「Full BIM」で設計施工を実施





Diverse Data Needs


Supporting spatial analysis, logistics, land, etc.


Supporting detailed design and construction


Supporting reference design simulation and models


Supporting stakeholder engagement

出典：HS2受領資料

Copyright © Mitsubishi Research Institute

Data for the Public Good(2017年)

- 'National Infrastructure Commission(NIC)' が作成した政府への勧告書
- データの価値、インフラ産業の協働とデータシェアリング、' National Digital Twin' に向けたロードマップ等を整理し、デジタルツインの実装を推奨



Contents

Foreword 3
In Brief 7
Executive Summary 8
New Technology Study: Data for the public good 16

Chapter 1. Data creates value 20
1. Data creates value: leveraging data to get more out of infrastructure 21

Chapter 2. Data is infrastructure 37
2. Data is Infrastructure 38

Chapter 3. Sharing data 40
3. Sharing data 41

Chapter 4. A coordinated approach 52
4. A coordinated approach is required to enable benefits from data sharing: a digital framework for data on infrastructure 53

Chapter 5. Digital twin 60
5. A digital twin model to manage, plan, predict and demonstrate 62
Definitions 67
List of Technologies considered 71
Acknowledgements: List of organisations consulted during the study 72
Endnotes 74

第1章:
データが価値を創造する

第2章:
データがインフラストラクチャー

第3章:
データの共有

第4章:
データ共有の便益を得るために必要な連携のアプローチ

第5章:
デジタルツイン(定義、考慮する技術、検討中に相談した組織)

出典:https://nic.org.uk/app/uploads/Data-for-the-Public-Good-NIC-Report.pdf(2021/8/27閲覧)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

MRI

CDBB(Centre for Digital Built Britain)の設置

- インフラのデジタル政策の産学官連携を目指し、「UK BIM Task Group」を継承する形で、2017年にケンブリッジ大学内にCDBB(Centre for Digital Built Britain)を設置
- National Infrastructure Commissionの勧告を受け、政府はCDBBに「The National Digital Twin Program」を推進する役割を賦与

2012-2017



UK BIM Task Group

継承

2017-



National Infrastructure Commission
「Data for the Public Good」

Data for the public good

勧告



HM Treasury

財務省

「The National Digital Twin Program」の推進



Copyright © Mitsubishi Research Institute

Digital Twin Toolkitの発行

2021年にCDBBは、デジタルツイン推進のための文書として、「Digital Twin Toolkit Developing the business case for your digital twin」を発行

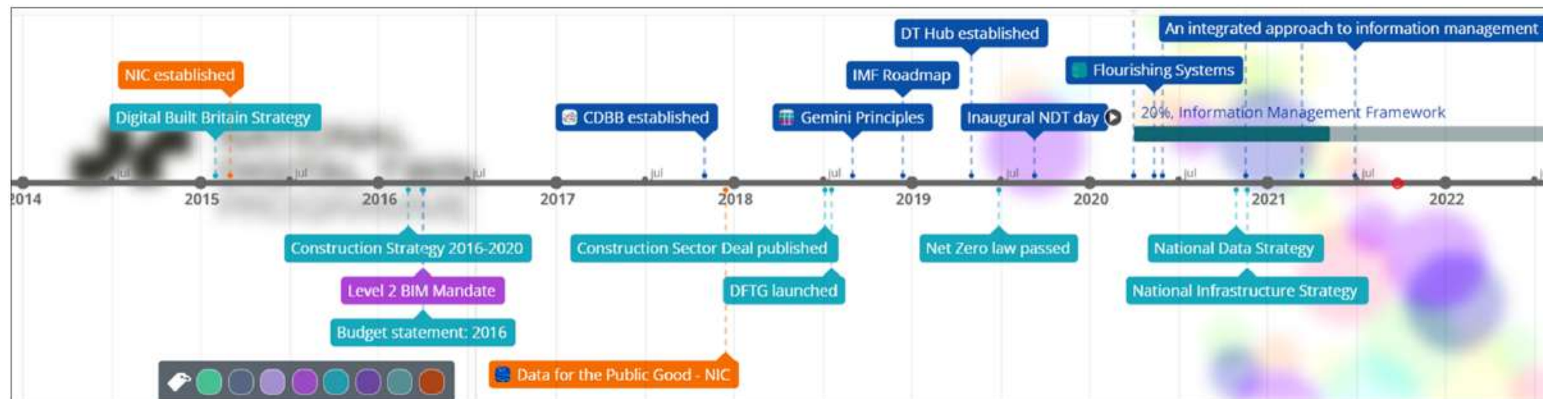


章	タイトル	概要
I	What is a Digital Twin?	「デジタルツインとは何か？」の解説
II	Use Case Framework	ユースケースの枠組みの提示
III	Case studies	ケーススタディの紹介
IV	Business case	ビジネスケースとしての評価(VFM)
V	Recommendations for the DT journey	「デジタルツインの旅」のための推奨事項
VI	Next steps	今後の展開
VII	Glossary	用語、参考文献
VIII	APPENDIX1－Overview of a smart energy digital twin	参考ースマートエネルギーのデジタルツインプロジェクトの概要
IX	Business case template	ビジネスケース作成のためのテンプレート

出典：https://www.cdbb.cam.ac.uk/ https://www.cdbb.cam.ac.uk/news/dt-toolkit-making-business-case-dt（2021/8/27閲覧）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

National Digital TwinのTimelineと考え方



出典:https://time.graphics/line/306868 (2021/9/24閲覧)





単独のデジタルツインではなく、連接されたデジタルツインを構築し、関係者にBenefitを提供することが重要

↓

CDBBの機能・役割

出典:https://www.cdbb.cam.ac.uk/news/blog-what-point-national-digital-twin-miranda-sharp (2021/9/24閲覧)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

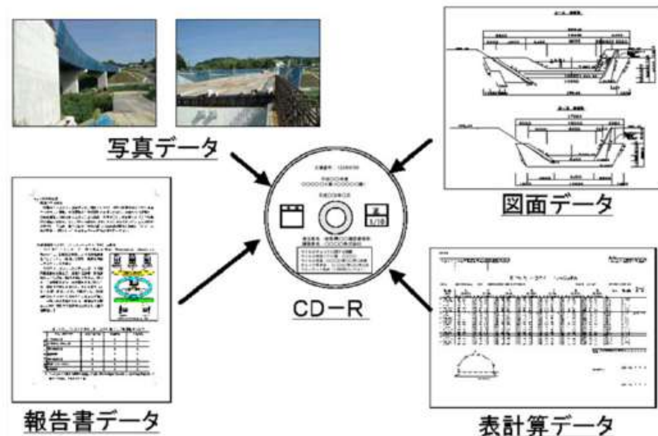
3. インフラ分野への期待

- インフラ分野に期待したいこと
- インフラの持つポテンシャル・期待

まずは「デジタイゼーション」

- マシンリーダブルなデータを整備、そのための「仕組み」を構築
  - ➢如何に、人手を介さずに自動でデータが集まる仕組みをつくり、活用するか

背景：電子納品は現場の工事の詳細を知る唯一の材料



http://web.pref.hyogo.lg.jp/wd04/wd04_000000007.htmlより

- メタデータはアーカイブ化、その他、実データは物理保管

納品媒体　拡張情報

納品媒体

基礎情報		
メディア番号	1	
メディア総枚数	1	
適用要領基準	土木200406-01	
発注図フォルダ名	DRAWINGS	
特記仕様書オリジナルファイルフォルダ名	DRAWINGS/SPEC	
打合せ簿フォルダ名	MEET	
打合せ簿オリジナルファイルフォルダ名	MEET/ORG	
施工計画書フォルダ名	PLAN	
施工計画書オリジナルファイルフォルダ名	PLAN/ORG	
完成図フォルダ名	DRAWINGF	
写真フォルダ名	PHOTO	
その他フォルダ名	OTHRS	
その他オリジナルフォルダ情報	その他オリジナルファイルフォルダ名	OTHRS/ORG001
	その他オリジナルファイルフォルダ日本語名	[illegible]
	東側境界座標経度	[illegible]
	北側境界座標緯度	[illegible]
	南側境界座標緯度	[illegible]
発注者情報		
発注者-大分類	○○県	
発注者-中分類	(土木事務所)	
発注者-小分類	○○土木事務所	
発注者コード	[illegible]	
請負者情報		
請負者名	[illegible]	
請負者コード	[illegible]	
ソフトメーカ用TAG		
ソフトメーカ用TAG	[illegible] Ver5.04	

地図表示　更新

保管場所情報

保管場所	[illegible]
保管部署	[illegible]
保管責任者	[illegible]
媒体番号	[illegible]

リンク情報

島根県発注の工事
（約7000件：H19～H23、1.27TB）
←メタデータ
↓実データ
（各出先事務所から集めたもの）



←http://www.kts.co.jp/seijyou/calsdaichou/calsdaichou_w1.html

3

出典）社会基盤情報標準化委員会
２０１３年度・電子納品流通環境検討小委員会　電子納品データのサステナブルな流通環境の整備・実証（フェイズ １）報告書、２０１４.６.２０

Copyright © Mitsubishi Research Institute

ハード＋ソフトでひとつの「インフラ」に

- 施主の発注依頼は、ハードのみならず、ソフト(データ)も含めて
  - ➢ハードのみならず、ソフト(データ)の発注仕様書における位置づけ、受入基準と権利(二次利用含め)の明確化

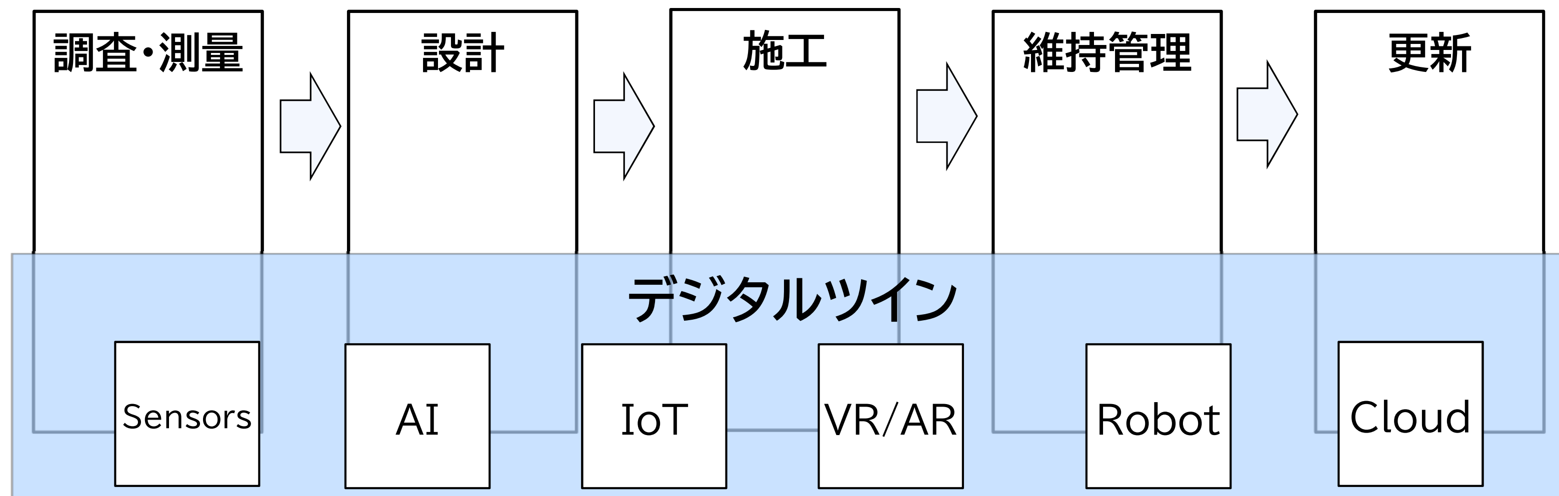


出典)SAPホームページ
https://news.sap.com/2018/11/sap-predictive-engineering-insights-bridges-digital-technology/
(2021.10.12確認)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

各工程・地域をデータで「つなぐ」ことで効率化・高度化

- ハード(リアル空間)だけでなく、データ(バーチャル空間)も後工程に引継を
- 空間的にデータを「つなぐ」ことも重要



Copyright © Mitsubishi Research Institute

（ある程度）ソフトウェア業界の流儀を受け入れる

- オンプレミス（一品物）からクラウド（標準品）へ
  - 自らの業務スタイルに合わせてソフトウェアをつくり込むのではなく、ある程度はソフトウェアに合わせて業務スタイルを変える
- アジャイル的な進め方（PDCAを超高速で回す、OODAループ等）
  - 試してダメなら、それから対策を考える。まずは小さくともすぐに試す
- オープンスタイル（（過度に）囲い込まない）
  - 既存のリソースを再利用して新たな成果（プログラム）をつくる/積み上げていく
  - グローバルにつながる

OODA：Observe, Orient, Decide, Act

Copyright © Mitsubishi Research Institute

DX：デジタルトランスフォーメーション

- 「デジタル変革を恒久的なものとするため、人や組織を変革する」
  - 最も取り組むべき問題は技術ではなく、人や組織（を動かすためのルールや仕組み）
  - インフラ分野における国・行政の役割・期待は大きい（業界ルールを定める、など）
  - 広範な国土に対応するインフラ分野においては、特に、今後様々な分野・主体から出てくる単体の「デジタルツイン」を、工程・地域それぞれの観点からつなぎ、「デジタルツイン同士の連携」を可能とすることも重要

Copyright © Mitsubishi Research Institute

インフラの持つポテンシャル・期待

● 高い経済効果

- ➢建設業界の規模は60兆円超（建設投資）。自動車業界に匹敵する一大業界。この業界でのDX/デジタルツイン推進はインパクト大

● 都市の高度化/スマートシティの基盤

- ➢インフラのデジタルツインは、交通、エネルギー、環境、防災、観光、教育など様々な分野の「基盤」となる

● 世界に対する先進アピール

- ➢建設技術は世界随一。デジタル基盤、人材なども整っており、世界をリード/貢献できるポテンシャルあり。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

まとめ

1. DX/デジタルツインの定義と歴史
2. デジタルツインの進展状況
   - ✓ 様々な分野における概況
   - ✓ インフラ業界における検討状況
3. インフラ分野への期待
   - ✓ インフラ分野に期待したい事項
   - ✓ インフラ分野に対する期待・ポテンシャル

Copyright © Mitsubishi Research Institute

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所

snakajo@mri.co.jp